

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное автономное**  
**образовательное учреждение высшего образования**  
**«Национальный исследовательский**  
**Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

**УТВЕРЖДЕНО**  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от "30" ноября 2022 г. №13

**Рабочая программа дисциплины**  
**Современные методы определения местоположения**  
**источников излучения**

Уровень высшего образования  
Подготовка научных и научно-педагогических кадров

Программа аспирантуры  
1.3.8 «Физика конденсированного состояния»

Научная специальность  
03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Форма обучения  
Очная

Нижний Новгород  
2023 год

### 1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Современные методы определения местоположения источников излучения» относится к вариативной части ОПОП, является факультативной дисциплиной по выбору и изучается на 2 году обучения в 4 семестре.

#### Целями освоения дисциплины являются:

Дисциплина «Современные методы определения местоположения источников излучения» направлена на формирование у обучающегося углубленных знаний в области цифровых методов обработки сигналов и определения их параметров в сложных условиях распространения, позволяющих формировать оптимальные оценки навигационных параметров и на основе полученных оценок решать задачи определения местоположения источника излучения. Основное внимание уделяется оптимальным методам обработки и точностным характеристикам результатов решения задач местоопределения.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования

- Математика (математический анализ, линейная алгебра, векторный и тензорный анализ, теория вероятностей и математическая статистика);
- Физика (электричество и магнетизм, колебания и волны);
- Информационные технологии;
- Радиотехника и электроника;
- Специальные главы математики;
- Информационные системы обработки многомерных данных.

Данная дисциплина имеет логическую и содержательно-методическую взаимосвязь с другими дисциплинами подготовки в аспирантуре, в частности с дисциплиной «Современные информационно-оптимальные методы и модели в задачах обработки сигналов и изображений».

### 3. Структура и содержание дисциплины.

Объем дисциплины (модуля) составляет всего - 72 часа, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа – 36 часов).

**Таблица 2**

**Структура дисциплины**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	Очное					
1. Методы определения радионавигационных параметров, алгоритмы определения местоположения источников излучения, основанные на различных навигационных параметрах.	20	6	-	4	10	10

2. Влияние среды распространения сигналов на измерения радионавигационных параметров. Особенности обработки сверхширокополосных сигналов.	29	6	-	8	14	15
3. Методы оценивания точности результатов определения местоположения источников излучения.	22	6	-	6	12	10
В т.ч.текущий контроль	2					
Промежуточная аттестация – зачет						

**Таблица 3**

**Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятий	Форма текущего контроля
1	Методы определения местоположения, основанные на различных навигационных параметрах.	Основные понятия и определения. Принципы и основы построения радионавигационных систем, Физические основы радиообнаружения и определения местоположения объектов. Радионавигационные параметры. Позиционные методы определения местоположения объектов.	Лекция	-
2	Оптимальные алгоритмы оценивания параметров на основе амплитудных, фазовых и временных измерений.	Основные системы для получения и радионавигационной информации. Амплитудные, фазовые и временные измерения. Методы измерения дальности и скорости. Методы измерения угловых координат. Методы измерения взаимных временных задержек распространения сигналов.	Лекция, практические занятия.	Представление результатов компьютерного моделирования
3	Особенности обработки сигналов в условиях сильных искажений. Алгоритмы компенсации влияния эффекта Доплера.	Характеристики сигналов и помех. Влияние флуктуаций амплитуды и фазового фронта сигнала. Влияние эффекта Доплера на радионавигационные параметры. Алгоритмы компенсации влияния эффекта Доплера. Функция неопределенности.	Лекция. Индивидуальные консультации.	Контрольные вопросы
4	Особенности обработки широкополосных и сверхширокополосных сигналов.	Общие сведения о разрешении и распознавании и сигналов. Простые и сложные сигналы. Искажения спектров сигналов,	Лекция, практические занятия.	Представление результатов компьютерного моделирования

		вызванные влиянием эффекта Доплера. Влияние на функцию неопределенности.	Индивидуальные консультации.	
5	Методы решения задач определения местоположения в условиях недостаточной информации.	Особенности методов пассивной пеленгации. Математические основы решения задач в условиях недостаточной информации. Оптимальные и квазиоптимальные методы.	Лекция.	Контрольные вопросы
6	Методы повышения вычислительной эффективности алгоритмов обнаружения и определения параметров сигналов в задачах оценивания местоположения источника излучения.	Оценка вычислительной эффективности алгоритмов обнаружения и определения параметров сигналов. Повышение вычислительной эффективности алгоритмов вычисления функции неопределенности. Вычисление функции неопределенности сверхширокополосных сигналов в условиях влияния эффекта Доплера. Параллельные алгоритмы.	Лекция, практические занятия. Индивидуальные консультации.	Представление результатов компьютерного моделирования
7	Методы оценивания точности результатов. Требования к характеристикам систем местоопределения для обеспечения заданной точности.	Аналитические и статистические оценки точности систем местоопределения. Статистическая оптимизация точностных характеристик.	Лекция, практические занятия. Индивидуальные консультации.	Представление результатов компьютерного моделирования. Сравнительный анализ точностных характеристик.

#### **4. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся предполагает изучение конспектов лекций, выделенных разделов основной литературы, а также дополнительной литературы, подготовку устного доклада (публичного выступления), подготовку к промежуточной аттестации.

Перечень основной и дополнительной литературы для самостоятельного изучения приведен в п. 7 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации, примерные темы для устного доклада (публичного выступления) приведены в п. 6.4 настоящей Рабочей программы дисциплины.

#### **5. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине**

##### ***5.1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.***

При выполнении всех работ учитываются следующие **основные критерии**:

– уровень теоретических знаний (подразумевается не только формальное воспроизведение информации, но и понимание предмета, которое подтверждается правильными ответами на дополнительные, уточняющие вопросы, заданные экзаменаторами);

- умение использовать теоретические знания при анализе конкретных проблем, ситуаций;
- качество изложения материала, то есть обоснованность, четкость, логичность ответа, а также его полнота (то есть содержательность, не исключающая лаконичности);
- способность устанавливать внутри- и межпредметные связи,
- оригинальность мышления, знакомство с дополнительной литературой и другие факторы.

### ***Описание шкалы оценивания на промежуточной аттестации в форме экзамена***

#### ***Описание шкалы оценивания на промежуточной аттестации в форме зачета***

<b>Оценка</b>	<b>Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой</b>
<i>Зачтено</i>	владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить проблемные ситуации в организации научных исследований, способность критически анализировать и сравнивать существующие подходы и методы к оценке результативности научной деятельности, свободное владение источниками, умение четко и ясно излагать результаты собственной работы, следовать нормам, принятым в научных дискуссиях.
<i>Не зачтено</i>	непонимание смысла ключевых проблем, недостаточное владение науковедческой терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации, неспособность анализировать и сравнивать существующие концепции, подходы и методы, неумение ясно излагать результаты собственной работы, следовать нормам, принятым в научных дискуссиях.

### ***5.2. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, используемых для оценивания результатов обучения по дисциплине***

5.2.1. При проведении зачета обучающимся предлагаются следующие контрольные вопросы, охватывающие программу дисциплины

1. Понятие радионавигационного параметра.
2. Оптимальные методы оценивания значений радионавигационных параметров.
3. Основные принципы и основы построения радионавигационных систем.
4. Позиционные методы определения местоположения объектов.
5. Общая модель радиотехнической (радионавигационной) системы.
6. Методы определения угла (пеленга) на источник излучения сигналов.
7. Особенности методов пассивной пеленгации.
8. Оценка амплитуды полностью известного сигнала.
9. Оптимальная оценка времени прихода и частоты радиосигнала.
10. Понятие функции неопределенности радиосигналов.
11. Простые и сложные радиосигналы. Сверхширокополосные сигналы.
12. Искажения спектров сигналов, вызванные влиянием эффекта Доплера, и их влияние на функцию неопределенности.
13. Методы вычисления функции неопределенности сверхширокополосных сигналов в условиях влияния эффекта Доплера.
14. Вычислительная эффективность алгоритмов оценивания радионавигационных параметров.
15. Точность основных методов определения местоположения источника излучения.

16. Требования к характеристикам систем местоопределения для обеспечения заданной точности.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Радиотехнические системы: учебник для вузов. / Под ред. Ю.М. Казаринова – М.: Высшая школа, 1990. – 496 с.  
(<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=328942&DB=1> 1 экз)
2. Бакулев П. А., Сосновский А. А. Радиолокационные и радионавигационные системы: [учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов]. – М.: Радио и связь, 1994. – 295 с.  
(<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=16929> 1 экз)
3. Пушкарёв, В.П. Устройства приема и обработки сигналов. Учебное пособие. [Электронный ресурс]. – М.: ТУСУР, 2012. – 201 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4923>.

### **б) дополнительная литература:**

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб.: Питер, 2003. – 608 с.  
(<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=58864&DB=1> 1 экз)
2. Зырянов Ю.Т., Белоусов Ю.А., Федюнин П.А. Основы радиотехнических систем: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2015. – 192 с.  
(<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=478272> 1 экз)

### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1. Пакет разработки приложений для операционной системы Windows Microsoft Visual Studio. (<http://www.visualstudio.com>)
2. Microsoft Developer Network Library. (<http://msdn.microsoft.com/library>)

## **2. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения занятий предназначены лекционные аудитории физического факультета ННГУ (ауд. №507, №509, №516), аудитории, оборудованные персональными компьютерами, объединенными в сеть с выходом в Интернет (№222, №528), установлено лицензионное программное обеспечение.

Практические занятия проводятся в компьютерном классе (ауд. №528), оснащенном современными персональными компьютерами. При проведении лекционных занятий может быть использована аудитория (№517), оснащенная мультимедийным проектором. Разработка моделирующих программ осуществляется в среде программирования Microsoft Visual Studio.

лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Visual Studio средства создания компьютерных программ на языке C++.
- Microsoft Office текстовый редактор и программы презентационной графики.

Автор  
профессор кафедры ИТФИ  
физического факультета ННГУ

\_\_\_\_\_Морозов О.А.

Рецензент  
Заведующий кафедрой ИТФИ,  
профессор

\_\_\_\_\_Фидельман В.Р.

Программа одобрена на заседании методической комиссии физического факультета от  
\_\_\_\_\_202... года, протокол №...\_